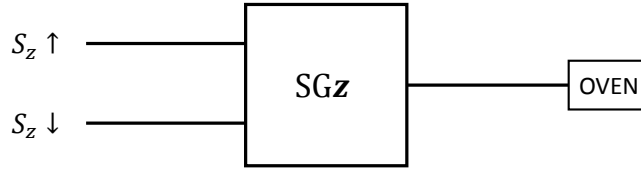


量子力学 No.2-1 The Sequential Stern-Gerlach Experiments

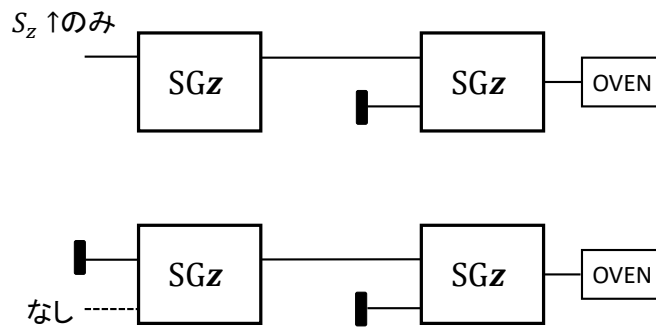
1. 要請 3



$$S_z |\uparrow\rangle = +\frac{\hbar}{2} |\uparrow\rangle \tag{1}$$

$$S_z |\downarrow\rangle = -\frac{\hbar}{2} |\downarrow\rangle \tag{2}$$

2. 要請 4



$$\langle \uparrow | \uparrow \rangle = 1, \quad \langle \downarrow | \uparrow \rangle = 0 \tag{3}$$

$$\langle \uparrow | \downarrow \rangle = 0, \quad \langle \downarrow | \downarrow \rangle = 1 \tag{4}$$

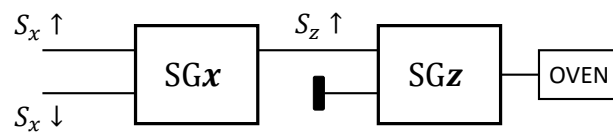
3. 行列表示

$$|\uparrow\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad |\downarrow\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \tag{5}$$

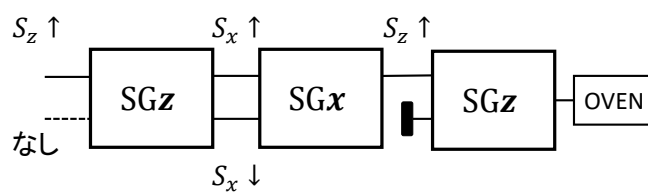
$$S_z = +\frac{\hbar}{2} |\uparrow\rangle\langle\uparrow| - \frac{\hbar}{2} |\downarrow\rangle\langle\downarrow| = \begin{pmatrix} \frac{\hbar}{2} & 0 \\ 0 & -\frac{\hbar}{2} \end{pmatrix} \tag{6}$$

$$1 = |\uparrow\rangle\langle\uparrow| + |\downarrow\rangle\langle\downarrow| = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \tag{7}$$

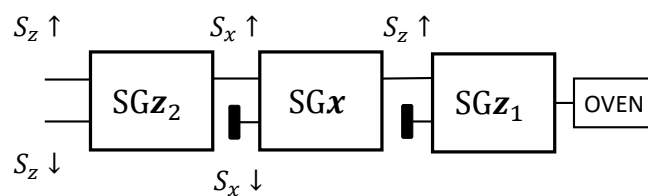
#### 4. 連続 SG 実験 1



#### 5. 連続 SG 実験 2



#### 6. 連続 SG 実験 3



**量子力学 No.2-2** The Sequential Stern-Gerlach Experiments

1. 次の ket vector の行列表示を求めなさい.

$$|x \uparrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle \doteq \quad (8)$$

$$|x \downarrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow\rangle - \frac{1}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle \doteq \quad (9)$$

2. 式 (8)(9) の行列表示を使って, 次の計算をなさい.

(a)  $\langle x \uparrow | x \uparrow \rangle =$

(b)  $\langle x \downarrow | x \downarrow \rangle =$

(c)  $\langle x \uparrow | x \downarrow \rangle =$

(d)  $|x \uparrow\rangle\langle x \uparrow| + |x \downarrow\rangle\langle x \downarrow| =$

3. 式 (8)(9) を使って,  $S_x = \frac{\hbar}{2}|x \uparrow\rangle\langle x \uparrow| - \frac{\hbar}{2}|x \downarrow\rangle\langle x \downarrow|$  を  $|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$  を使って表しなさい.

4.  $S_x = \frac{\hbar}{2}|x \uparrow\rangle\langle x \uparrow| - \frac{\hbar}{2}|x \downarrow\rangle\langle x \downarrow|$  の行列表示を求めなさい.

5. また, 式 (8)(9) と  $S_x$  の行列表示を使って,  $|x \uparrow\rangle$  と  $|x \downarrow\rangle$  が  $S_x$  の固有ベクトルとなっていることを確かめなさい.

(a)  $S_x|x \uparrow\rangle =$

(b)  $S_x|x \downarrow\rangle =$

6. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい. (自由記載)

**量子力学 No.2-3** The Sequential Stern-Gerlach Experiments

1. 次の ket vector の行列表示を求めなさい.

$$|y \uparrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow\rangle + \frac{i}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle \doteq \quad (10)$$

$$|y \downarrow\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|\uparrow\rangle - \frac{i}{\sqrt{2}}|\downarrow\rangle \doteq \quad (11)$$

2. 式 (10)(11) の行列表示を使って, 次の計算をなさい.

(a)  $\langle y \uparrow | y \uparrow \rangle =$

(b)  $\langle y \downarrow | y \downarrow \rangle =$

(c)  $\langle y \uparrow | y \downarrow \rangle =$

(d)  $|y \uparrow\rangle\langle y \uparrow| + |y \downarrow\rangle\langle y \downarrow| =$

3. 式 (10)(11) を使って,  $S_y = \frac{\hbar}{2}|y \uparrow\rangle\langle y \uparrow| - \frac{\hbar}{2}|y \downarrow\rangle\langle y \downarrow|$  を  $|\uparrow\rangle, |\downarrow\rangle$  を使って表しなさい.

4.  $S_y = \frac{\hbar}{2}|y \uparrow\rangle\langle y \uparrow| - \frac{\hbar}{2}|y \downarrow\rangle\langle y \downarrow|$  の行列表示を求めなさい.

5. また, 式 (10)(11) と  $S_y$  の行列表示を使って,  $|y \uparrow\rangle$  と  $|y \downarrow\rangle$  が  $S_y$  の固有ベクトルとなっていることを確かめなさい.

(a)  $S_y|y \uparrow\rangle =$

(b)  $S_y|y \downarrow\rangle =$

6. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい. (自由記載)

**量子力学 No.2-4** The Sequential Stern-Gerlach Experiments

1. 次の計算をなさい.

(a) 終状態が  $\langle x \uparrow |$  のとき

- $\langle x \uparrow | y \uparrow \rangle =$

- $\langle x \uparrow | y \downarrow \rangle =$

- $\langle x \uparrow | \uparrow \rangle =$

- $\langle x \uparrow | \downarrow \rangle =$

(b) 終状態が  $\langle x \downarrow |$  のとき

- $\langle x \downarrow | y \uparrow \rangle =$

- $\langle x \downarrow | y \downarrow \rangle =$

- $\langle x \downarrow | \uparrow \rangle =$

- $\langle x \downarrow | \downarrow \rangle =$

(c) 終状態が  $\langle y \uparrow |$  のとき

- $\langle y \uparrow | \uparrow \rangle =$

- $\langle y \uparrow | \downarrow \rangle =$

(d) 終状態が  $\langle y \downarrow |$  のとき

- $\langle y \downarrow | \uparrow \rangle =$

- $\langle y \downarrow | \downarrow \rangle =$

2.  $\langle a|b\rangle = \langle b|a\rangle^*$  の関係があることから、次の表を完成させなさい。

		始状態					
		$ x \uparrow\rangle$	$ x \downarrow\rangle$	$ y \uparrow\rangle$	$ y \downarrow\rangle$	$ \uparrow\rangle$	$ \downarrow\rangle$
終状態	$\langle x \uparrow $						
	$\langle x \downarrow $						
	$\langle y \uparrow $						
	$\langle y \downarrow $						
	$\langle \uparrow $						
	$\langle \downarrow $						

3. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想などを書きなさい。(自由記載)